

**PCT**

ORGANISATION MOND.



WO 9603199A1

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU

(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> :

B01D 53/02, B01J 20/18

A1

(11) Numéro de publication internationale:

WO 96/03199

(43) Date de publication internationale:

8 février 1996 (08.02.96)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR94/00932

(22) Date de dépôt international: 26 juillet 1994 (26.07.94)

(71) Déposants (pour tous les Etats désignés sauf US): CECA S.A. [FR/FR]; La Défense 10, F-92091 Paris la Défense Cédex 42 (FR). VNIIGAZ (INSTITUT DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE DU GAZ NATUREL ET DES TECHNOLOGIES DE GAZ DE TOUTE LA RUSSIE) [RU/RU]; Razvilka, Moskovskaya obl., 142717 (RU).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (US seulement): TSYBULEVSKI, Albert M. [RU/RU]; Sumskoy Proyezd, 15/2-134, Moscow, 113208 (RU). MOURINE, Vladimir I. [RU/RU]; Leninskiy pr., 64-402, Moscow, 117296 (RU). PLEE, Dominique [FR/FR]; 16, rue Maurice-Estrabaut, F-64000 Pau (FR). MAYOLET, Francis [FR/FR]; 6, rue de Vieil-Orme, F-78120 Rambouillet (FR).

(74) Mandataire: HAICOUR, Philippe; Elf Atochem S.A., Département Propriété Industrielle, La Défense 10, F-92091 Paris-La Défense Cédex 42 (FR).

(81) Etats désignés: AM, AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, ES, FI, GB, GE, HU, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LT, LU, LV, MD, MG, MN, MW, NL, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SI, SK, TJ, TT, UA, US, UZ, VN, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), brevet ARIPO (KE, MW, SD).

Publiée

Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: ZEOLITIC DESULFURAZATION AGENTS AND THEIR APPLICATION TO CO<sub>2</sub>-CONTAINING GAS TREATMENT(54) Titre: AGENTS ZEOLITIQUES DE DESULFURATION ET LEUR APPLICATION AU TRAITEMENT DES GAZ CONTENANT DU CO<sub>2</sub>

(57) Abstract

It is now possible to desulfurize gas having a non negligible content of carbon dioxide by limiting the production of carbon oxisulfide to a very low level by treating said gas with adsorbants comprised of very small crystals of partially calcic zeolite A which are agglomerated by low iron clays with reduced acidity and basicity. Such clays may be obtained by phosphatation of montmorillonite, bentonite, attapulgite or kaolin.

(57) Abrégé

Il est maintenant possible de désulfurer des gaz à teneur non négligeable en gaz carbonique en limitant la production d'oxysulfure de carbone à un très bas niveau en les traitant avec des adsorbants constitués de très petits cristaux de zéolite A partiellement calcique agglomérés par des argiles peu riches en fer et à basicité et acidité réduite. De telles argiles peuvent s'obtenir par phosphatation de montmorillonite, de bentonite, d'attapulgite ou de kaolin.

# **UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	GB	Royaume-Uni	MR	Mauritanie
AU	Australie	GE	Géorgie	MW	Malawi
BB	Barbade	GN	Guinée	NE	Niger
BE	Belgique	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BF	Burkina Faso	HU	Hongrie	NO	Norvège
BG	Bulgarie	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BJ	Bénin	IT	Italie	PL	Pologne
BR	Brésil	JP	Japon	PT	Portugal
BY	Bélarus	KE	Kenya	RO	Roumanie
CA	Canada	KG	Kirghizistan	RU	Fédération de Russie
CF	République centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CG	Congo	KR	République de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SK	Slovaquie
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	SN	Sénégal
CN	Chine	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LV	Lettonie	TG	Togo
CZ	République tchèque	MC	Monaco	TJ	Tadjikistan
DE	Allemagne	MD	République de Moldova	TT	Trinité-et-Tobago
DK	Danemark	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Espagne	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande	MN	Mongolie	UZ	Ouzbékistan
FR	France			VN	Viet Nam
GA	Gabon				

# AGENTS ZEOLITIQUES DE DESULFURATION ET LEUR APPLICATION AU TRAITEMENT DES GAZ CONTENANT DE CO<sub>2</sub>.

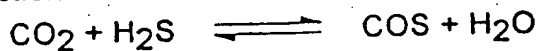
## DESCRIPTION

L'invention a trait aux procédés de désulfuration de gaz d'hydrocarbures et aux adsorbants zéolitiques utilisables dans ces procédés. Elle peut être appliquée dans l'industrie du pétrole, du gaz, de la pétrochimie et dans le raffinage du pétrole.

On utilise largement les adsorbants de la catégorie des tamis moléculaires de type A et X pour purifier des gaz contenant des composés sulfurés. Ils ont l'avantage, décrit par exemple dans le brevet soviétique SU 753449, d'avoir une bonne capacité dynamique de soufre et de conduire à des taux élevés de purification. Cependant, lorsqu'on les utilise avec des gaz bruts, gaz naturels ou gaz associés, de composition :

C <sub>1</sub>	20 à 100% en volume
C <sub>2</sub>	0 à 20%
C <sub>3</sub>	0 à 25%
C <sub>4</sub> +	0 à 5%
H <sub>2</sub> S	0,0001 à 0,15%
CO <sub>2</sub>	1 à 50% (de préférence 1 à 15%)
le reste étant constitué par exemple de N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , He.	

ils catalysent la réaction :



et une grande partie du H<sub>2</sub>S se transforme en oxysulfure de carbone qui n'est pas retenu sur l'adsorbant et se retrouve dans les gaz épurés.

Plus précisément, avec les gaz qui contiennent plus de 1 % en volume de CO<sub>2</sub>, par exemple 2 % et 0,1 % d'H<sub>2</sub>S, un tamis 5A échangé à 65-70 % et granulé à l'aide d'un liant kaolinite génère quelques 140 à 220 mg/m<sup>3</sup> de COS (voir le brevet français n° 2.618.085). Pour donner à ce phénomène une dimension pratique, la norme admise sur le territoire de la Russie est de 35 à 40 mg/m<sup>3</sup>.

La présente invention a pour but de remédier à de tels inconvénients et de fournir des adsorbants pour la désulfuration des gaz à haute capacité, à la fois efficaces pour éliminer le H<sub>2</sub>S des gaz et à activité catalytique de formation de COS très limitée, et de façon plus précise, des adsorbants doués d'une haute capacité d'adsorption dynamique de l'ordre de 2 % en poids, mais avec lesquels le niveau de formation de COS reste limité à 35 mg/m<sup>3</sup> maximum.

Selon l'invention, on parvient à ce résultat grâce à l'utilisation de zéolite CaA dont les microcristaux ont des dimensions approximativement comprises entre 1 et 2  $\mu\text{m}$ , dont le taux d'échange en ions  $\text{Ca}^{2+}$  est compris entre 76 et 90 %, préférentiellement entre 78 et 88 %, et granulée au moyen d'un liant minéral d'origine naturelle, du type bentonite, kaolinite, montmorillonite, attapulgite, etc., lequel liant doit contenir moins de 0,5 % de fer (exprimé en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) et une teneur en phosphate de 0 à 3,4 % exprimée en phosphate d'alumine ajouté et doit avoir une acidité (exprimée en adsorption de  $\text{NH}_3$  à 150°C) inférieure à 0,1 mmole/g, ainsi qu'une basicité (exprimée en adsorption de  $\text{SO}_2$  adsorbable à 150°C) inférieure à 0,15 mmole/g.

La porosité secondaire de l'adsorbant est une caractéristique importante des adsorbants selon l'invention. Jusqu'à présent, on n'avait vraiment pris en compte que la diffusion dans les microcristaux de zéolite. Les inventeurs ont mis en évidence tout l'intérêt qu'il y avait à considérer la perméabilité comme une grandeur additive, définie par la relation  $1/D_{\text{gr}} = 1/D_z + 1/D_{\text{por.sec}}$ , où  $D_{\text{gr}}$ ,  $D_z$ , et  $D_{\text{por.sec}}$  sont respectivement les coefficients de diffusion dans le granulé, dans les microcristaux et dans les pores secondaires ; ils ont vérifié qu'en augmentant le volume de ces pores secondaires, et donc la perméabilité totale des granules pour l'adsorbat, on diminuait le temps de contact entre l'adsorbat et l'adsorbant, tout en améliorant la capacité d'adsorption. Il s'agit d'un résultat nouveau, que confirme l'exemple 7 donné plus bas. Cette porosité secondaire de l'aggloméré est estimée d'après l'adsorption d'hexane à 20°C de 0,18 à 0,95°P/P<sub>S</sub>); elle est choisie de préférence comprise entre 0,42 et 0,55  $\text{cm}^3/\text{g}$ , pour des rayons de pores compris entre 10 et 500 Å (10.10<sup>-10</sup> m à 500.10<sup>-10</sup> m). Elle se règle par le choix judicieux des conditions de la fabrication des agglomérés, paramètres bien connus de l'homme du métier, tel que le choix du liant, l'humidité de la pâte, la pression de vis de l'arbre du malaxeur, le régime de cuisson, utilisation d'additifs formant des gaz par décomposition thermique lors de la cuisson, par exemple la mélasse, le bleu de méthylène ou des tensioactifs, tels que le nonylphénol oxyéthyléné à 40 OE, en quantités variant de 0,5 à 2,5 % environ.

La teneur en cations  $\text{Ca}^{++}/\text{Na}^+$  des adsorbants selon l'invention a une influence directe sur leur activité catalytique. Pour diminuer la formation de COS, il est nécessaire d'abaisser la teneur en  $\text{Na}^+$  de la composition zéolitique vers 1,4 milliéquivalent/g (ce qui correspond à un taux d'échange  $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$  de l'ordre de 80 %).

Les cristaux de très petite taille peuvent toutefois subir une déstructuration du fait d'un échange ionique aussi poussé et développer au cours de cette étape de nouveaux centres catalytiques pour la formation du COS. Aussi les taux d'échange

élevés exigés dans la présente invention peuvent être réalisés sans compromettre la structure cristalline, à condition de ne retenir que des cristaux dont la taille soit limitée en valeur inférieure à 1  $\mu\text{m}$ . Par ailleurs, la formation du COS n'est sensiblement réduite que lorsqu'on utilise de petits cristaux, probablement parce qu'alors, le temps est réduit, pendant lequel le  $\text{CO}_2$  reste dans les microcristaux. On a limité ainsi la taille utile des microcristaux à 1-2  $\mu\text{m}$ .

Les argiles contiennent inévitablement des oxydes de fer et d'aluminium qui sont actifs dans la réaction de formation de COS. Les ions  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{Fe}^{3+}$  ont une forte tendance à se déplacer et à s'échanger dans le solide avec les cations alcalins et alcalino-terreux sous l'effet de la température: de ce fait, des adsorbants initialement inactifs quant à la formation de COS, se mettent à en générer après quelques cycles de régénération thermique, et ce, d'autant plus que de l'eau est formée ou présente à une température élevée. L'invention remédie à cet inconvénient en ne recourant qu'à des liants à faible teneur en fer libre (teneur inférieure à 0,5 % exprimée en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Les inventeurs ont également établi par ailleurs que la réaction de formation du COS prend place sur les sites basiques de Bronsted. La gamma-alumine possède une acidité et une basicité non négligeables (acidité exprimée en adsorption de  $\text{NH}_3$  de 1,4 à 1,8 mmole/g, basicité exprimée en adsorption de  $\text{SO}_2$  de 0,8 à 1 mmole/g). Ces auteurs proposent de désactiver les sites actifs de l'argile par phosphatation, opération qui se réalise de façon simple par mélange de l'argile avec une solution aqueuse d'acide ortho- ou métaphosphorique à une concentration appropriée. Un exemple de la relation entre l'activité de formation du COS et la basicité de l'argile est donné dans l'exemple 6.

L'invention a également pour objet l'utilisation des adsorbants tels que décrits précédemment dans les procédés de purification de gaz naturels ou gaz associés ayant la composition donnée plus haut, lesdits procédés opérant sous des pressions comprises entre 0,1 et 10 MPa, à des températures comprises entre 0 et 50°C, et avec des vitesses linéaires de 0,01 à 0,2 m/s.

## EXEMPLES

Les exemples suivants feront mieux comprendre l'invention.

### Exemple 1:

#### *Influence combinée de la taille des cristaux et du taux d'échange*

Dans cet exemple, le liant est le kaolin ASP 200 d'Engelhardt, dont la teneur en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  est 0,5 % et l'acidité 0,32 mmole  $\text{NH}_3/\text{g}$ . Sa passivation a été réalisée en la malaxant au mortier avec de l'acide phosphorique à 0,94 %, à raison de 9 grammes de kaolin pour 1 gramme de solution phosphorique, et en abandonnant

la pâte au mûrissement pendant trois heures à 65°C en étuve. Son aptitude à générer de l'oxysulfure de carbone est mesurée par la constante de formation de l'oxysulfure de carbone  $K(\text{COS})$  égale à  $6 \cdot 10^{-6} \text{ mole.kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$ .

- 5 On compare des cristaux industriels courants, de 1 à 10  $\mu\text{m}$ , à relativement bas taux d'échange, à des cristaux selon l'invention, de 1 à 2  $\mu\text{m}$  et à taux d'échange plus élevé, agglomérés avec 20 % de liant, quant à leur constante  $K(\text{COS})$  en  $10^{-6} \text{ mole.kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$ .

<i>Cristaux</i>	<i>Industriels</i>	<i>Selon l'invention</i>
Taux d'échange	72%	77%
$K(\text{COS})$	12,2	9,5

- 10 résultats qui mettent en évidence l'abaissement du taux de COS formé avec les adsorbants de l'invention.

### Exemple 2

- 15 Dans cet exemple, on a comparé des cristaux de taille industrielle (1-10  $\mu\text{m}$ ) agglomérés avec un liant passivé ou non quant à leur constante de formation de COS. Les résultats obtenus témoignent clairement en faveur de agglomération avec le liant passivé.

<i>Cristaux</i>	<i>Industriels</i>	
Liant passivé	oui	non
Taux d'échange	72%	72%
$K(\text{COS})$	6,2	12,2

- 20 Exemple 3

L'adsorbant est préparé dans les conditions de l'exemple 1, sans passivation, avec des cristaux industriels (1-10  $\mu\text{m}$ ). Le domaine de variation des taux d'échange des cations  $\text{Na}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+}$  s'étend de 60,5 à 97%. L'activité des échantillons granulés a été estimée d'après leur constante de formation de

- 25 l'oxysulfure de carbone  $K(\text{COS})$  exprimée en  $10^{-6} \text{ mole.kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$ .

<i>Echantillon</i>	<i>A-0</i>	<i>A-1</i>	<i>A-2</i>	<i>A-3</i>	<i>A-4</i>	<i>A-5</i>
Taux d'échange (%)	60,5	72	78	87	92	97
$K(\text{COS})$	19,6	12,2	8,0	7,4	14,6	16,7

Ces résultats montrent que pour que la constante  $K(\text{COS})$  ne dépasse pas 10, le taux d'échange dans l'adsorbant doit se situer dans l'intervalle 76-90 % ; on préfère un taux d'échange de 78-88 % dans lequel on assure une constante au plus égale à 8.

5

#### Exemple 4

On prépare une série d'adsorbants avec un taux d'échange de 78 %, qui est celui de l'échantillon A-2 de l'exemple précédent, mais en faisant varier la taille des microcristaux en jouant, selon des pratiques connues de l'homme du métier, sur l'apparition spontanée de germes au cours du mûrissement des gels, ou sur leur ensemencement par des quantités contrôlées de germes. Par exemple, on a obtenu les cristaux de 1 à 2  $\mu\text{m}$  de l'opération B-2 par mûrissement d'un gel de composition  $2 \text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - 2 \text{SiO}_2 - 90 \text{H}_2\text{O}$  pendant 20 heures à l'ambiante suivi d'une cristallisation à 100°C pendant 3 heures (on obtient du même coup une distribution granulométrique resserrée du fait que beaucoup de germes se sont formés au cours de la maturation). De même, les cristaux de l'opération B-4 ont été obtenus en partant d'un gel de même composition  $2 \text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - 2 \text{SiO}_2 - 90 \text{H}_2\text{O}$ , mais ensemencé, avant cristallisation, d'une quantité suffisante de germes (zéolite 4A finement broyée), de telle façon que la taille des cristaux finals soit comprise entre 3 et 4  $\mu\text{m}$ .

20

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous. Comme précédemment, la constante de formation de l'oxysulfure de carbone  $K(\text{COS})$  est exprimée en  $(10^{-6} \text{ mole.kg}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1})$ .

<i>Echantillon</i>	<i>A-2</i>	<i>B-0</i>	<i>B-2</i>	<i>B-3</i>	<i>B-4</i>	<i>B-5</i>
Tailles ( $\mu\text{m}$ )	1-10	0-2	1-2	2-4	3-4	4-6
$K(\text{COS})$	8,0	12,2	3,1	8,6	8,4	21,9

25

Ces résultats font ressortir qu'une répartition étroite et une petite taille des microcristaux sont préférables. La taille optimale se situe entre 1 et 2  $\mu\text{m}$ .

#### Exemple 5

On prépare une série d'adsorbants à base de l'échantillon B-2 de l'exemple précédent, par granulation de la poudre de zéolite avec des argiles kaoliniques provenant de divers gisements de la CEI et se caractérisant par des teneurs en fer variées. La teneur en argile a été fixée à 20 % dans tous les cas. Les résultats figurent au tableau ci-après, où l'on a porté la teneur en poids % du fer présent sous

30

forme de  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{Fe}^{3+}$  dans l'argile et exprimé en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  %, et la constante de formation de l'oxysulfure de carbone  $K(\text{COS})$  en  $10^{-6} \text{ mole.kg}^{-1}.\text{s}^{-1}.\text{Pa}^{-1}$ .

Echantillon	C-0	C-1	C-2	C-3
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ % dans l'argile	0,1	0,44	1,2	3,9
$K(\text{COS})$	2,6	3,2	10,2	33,0

5

### Exemple 6

Dans cet essai, la variable explorée est l'acidité-basicité selon Bronsted du liant de l'adsorbant. A cet effet, on prépare la série d'échantillons D-1 à D-3, à partir de l'échantillon C-1 emprunté à l'exemple précédent, dans lesquels le liant est additionné à raison de 5 % en poids compté sur le produit final de  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  ou  $\eta\text{-Al}_2\text{O}_3$  d'acidité et de basicité variées. L'acidité est mesurée par adsorption d'ammoniac à  $150^\circ\text{C}$  et la basicité par adsorption de dioxyde de soufre à cette même température. Ces grandeurs sont mesurées à la balance de Mc-Bain. Pour cela, les échantillons sont tout d'abord portés à  $400^\circ\text{C}$  sous vide jusqu'à poids constant. L'adsorption d'ammoniac ou de dioxyde de soufre est effectuée à température ambiante et sous une pression de 5-10 mm de mercure (0,6-1,3 kPa), puis on évacue l'excès d'adsorbat. L'échantillon ainsi traité est alors porté à  $150^\circ\text{C}$  sous vide pendant une heure : la perte de poids enregistrée et exprimée en millimoles d'ammoniac ou de dioxyde de soufre par gramme d'adsorbat mesure l'acidité ou la basicité. Les résultats sont présentés sur le tableau ci-après.

Echantillon	C-1	D-1	D-2	D-3
Acidité $\text{NH}_3$ (mmole/g)	0,35	0,11	0,46	1,1
Basicité $\text{SO}_2$ (mmole/g)	0,28	0,08	0,15	0,78
$K(\text{COS})$	3,2	1,8	2,9	55,0

### Exemple 7

Cinq kilogrammes de chacun de divers échantillons ont été chargés dans une installation pilote dont l'adsorbeur avait un diamètre de 50 mm, et où la hauteur du lit d'adsorbant était d'environ 3 m. Le gaz naturel entrant comportait 2 % de  $\text{CO}_2$ , 1,1 % d'éthane, 0,03 % de propane, 0,08 % de  $\text{H}_2\text{S}$ , le reste étant du méthane; le point de rosée était de  $-55^\circ\text{C}$  à la pression normale ; le débit était de  $18 \text{ m}^3/\text{h}$ , la pression de 55 bars, la température de  $40^\circ\text{C}$ . Pour cela, on a préparé en plus grande quantité :

30



- un échantillon A-2 comme celui de l'exemple 3 ;
- un échantillon B-2 comme celui de l'exemple 4;
- un échantillon C-1 comme celui de l'exemple 5;
- des échantillons E-1, E-2 et E-3 à porosité secondaire variable, à partir de

5 cristaux échangés à 88 % et de liant passivé ainsi qu'il est expliqué dans l'exemple 1, la variation du volume des pores étant obtenue en ajoutant au liant des quantités variables de solution de mélasse ou de bleu de méthylène comme agent porogène.

10 A titre comparatif, un essai a été effectué avec un échantillon A qui est un produit selon l'art antérieur (brevet français n°2.277.798).

La caractéristique mesurée est la teneur du gaz de sortie en COS et en H<sub>2</sub>S.

Les résultats sont consignés ci-après.

<i>Echantillons</i>	<i>A</i>	<i>A-2</i>	<i>B-2</i>	<i>C-1</i>	<i>E-1</i>	<i>E-2</i>	<i>E-3</i>
Cristaux (µm)	1-10	1-10	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2
Taux d'échange %	72	78	78	78	88	88	88
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	0,81	0,81	0,81	0,44	0,44	0,5	0,5
Basicité (mmole/g)	0,21	0,21	0,21	0,28	0,09	0,11	0,11
Pores (cm <sup>3</sup> /g)	0,26	0,26	0,36	0,41	0,55	0,49	0,44
Capacité H <sub>2</sub> S, %	2,2	1,8	2,35	2,3	3,1	2,8	2,7
COS sortant mg/m <sup>3</sup>	215	175	165	58	18	26	30

15

Ces résultats confirment la pertinence du choix des paramètres de l'adsorbant quant à la capacité d'adsorption du H<sub>2</sub>S et la minimisation du taux de COS sortant.

REVENDICATIONS

1. Adsorbant à base de zéolite synthétique CaA pour la désulfuration des gaz naturels et des gaz associés contenant plus de 1% de CO<sub>2</sub>, comportant :
  - de 75 à 85 % en poids d'une zéolite de type A dont la dimension des microcristaux est de 1 à 2 µm, et dont le taux d'échange par des ions Ca<sup>2+</sup> est compris entre 76 et 90 %, préférentiellement entre 78 et 88 %, et
  - de 25 à 15 % en poids d'une argile contenant moins de 0,5 % en poids de fer exprimé en Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dont l'acidité, exprimée en ammoniac adsorbable à 150°C est inférieure à 0,1 mmole/g et dont la basicité, exprimée en dioxyde de soufre adsorbable à 150°C, est inférieure à 0,15 mmole/g.
2. Adsorbant selon la revendication 1, caractérisé en ce que ses pores secondaires occupent entre 0,42 et 0,55 cm<sup>3</sup> par gramme de granulé.
3. Adsorbant selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rayon des pores secondaires est compris entre 10 et 500 Å (10.10<sup>-10</sup> m à 500.10<sup>-10</sup> m).
4. Adsorbant selon les revendications 1, 2 et 3, caractérisé en ce que le liant est une argile naturelle prise dans le groupe constitué par la montmorillonite, la bentonite, l'attapulgitite et le kaolin, modifiée par traitement à l'acide phosphorique de façon telle que sa teneur en phosphate d'aluminium atteigne 0,2 à 3 % en poids.
5. Utilisation de l'adsorbant selon les revendications 1, 2, 3 et 4, dans les procédés de purification de gaz naturels ou de gaz associés, de composition :
 

C <sub>1</sub>	20 à 100 % en volume
C <sub>2</sub>	0 à 20 %
C <sub>3</sub>	0 à 25 %
C <sub>4</sub> +	0 à 5 %
H <sub>2</sub> S	0,0001 à 0,15 %
CO <sub>2</sub>	1 à 50 % (de préférence 1 à 15%)

le reste étant constitué par exemple de N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, He.
6. Utilisation de l'adsorbant selon la revendication 5 dans les procédés de purification de gaz opérant dans les conditions ci-après:
 

- Pression	0,1 à 10 MPa
- Température	0 à 50°C
- Vitesse linéaire	0,01 à 0,2 m/s

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. No.

PCT/FR 94/00932

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 B01D53/02 B01J20/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC:

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B01D B01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP,A,0 511 885 (CECA S.A.) 4 November 1992 see the whole document ---	1-6
A	DD,A,294 874 (CHEMIE AG BITTERFELD-WOLFEN) 17 October 1991 see the whole document ---	1,3,4
A	FR,A,2 678 525 (CHEMIE AG BITTERFELD-WOLFEN) 8 January 1993 see the whole document ---	1,4-6
A	FR,A,2 618 085 (RHONE POULENC CHIMIE) 20 January 1989 cited in the application -----	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "I" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 April 1995

Date of mailing of the international search report

03.05.95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 LV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cubas Alcaraz, J

NOT AVAILABLE COPY

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 94/00932

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0511885	04-11-92	FR-A- 2675712	30-10-92
DD-A-294874		NONE	
FR-A-2678525	08-01-93	NONE	
FR-A-2618085	20-01-89	DE-A- 3865570	21-11-91
		EP-A,B 0300868	25-01-89
		IE-B- 59721	23-03-94
		JP-A- 1104342	21-04-89
		JP-B- 6020544	23-03-94
		US-A- 5001098	19-03-91
		US-A- 5292360	08-03-94

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dema internationale No

PCT/FR 94/00932

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 6 B01D53/02 B01J20/18

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 B01D B01J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP,A,0 511 885 (CECA S.A.) 4 Novembre 1992 voir le document en entier ---	1-6
A	DD,A,294 874 (CHEMIE AG BITTERFELD-WOLFEN) 17 Octobre 1991 voir le document en entier ---	1,3,4
A	FR,A,2 678 525 (CHEMIE AG BITTERFELD-WOLFEN) 8 Janvier 1993 voir le document en entier ---	1,4-6
A	FR,A,2 618 085 (RHONE POULENC CHIMIE) 20 Janvier 1989 cité dans la demande -----	1-6

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

## \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*I\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

13 Avril 1995

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

03.05.95

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patendlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 cpo nl.  
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Cubas Alcaraz, J

Y900 3JBAJAV 183E

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dema nternationale No  
PCT/FR 94/00932

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP-A-0511885	04-11-92	FR-A- 2675712	30-10-92
DD-A-294874		AUCUN	
FR-A-2678525	08-01-93	AUCUN	
FR-A-2618085	20-01-89	DE-A- 3865570	21-11-91
		EP-A, B 0300868	25-01-89
		IE-B- 59721	23-03-94
		JP-A- 1104342	21-04-89
		JP-B- 6020544	23-03-94
		US-A- 5001098	19-03-91
		US-A- 5292360	08-03-94